

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-125156
(P2002-125156A)

(43)公開日 平成14年4月26日(2002.4.26)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	データシート*(参考)
H 0 4 N	5/335	H 0 4 N 5/335	V 4 M 1 1 8
H 0 1 L	27/14	9/07	P 5 C 0 2 4
H 0 4 N	9/07	H 0 1 L 27/14	A 5 C 0 6 5
			D
審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 17 頁)			

(21)出願番号 特願2001-225897(P2001-225897)
(22)出願日 平成13年7月26日(2001.7.26)
(31)優先権主張番号 特願2000-244645(P2000-244645)
(32)優先日 平成12年8月11日(2000.8.11)
(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000004112
株式会社ニコン
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(72)発明者 鈴木 智
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
式会社ニコン内
(74)代理人 100072718
弁理士 古谷 史旺

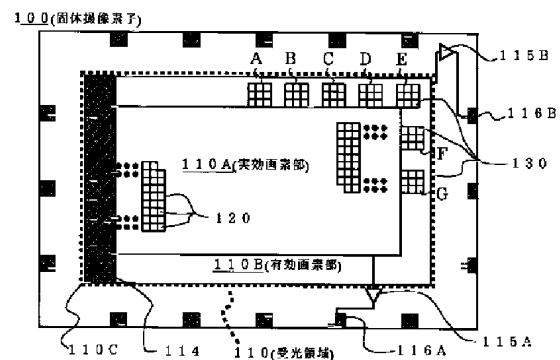
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 固体撮像素子及び電子カメラ

(57)【要約】

【課題】 電子カメラの性能バラツキや、装着される交換レンズの種類等に関わらず、インサイチュでシェーディングの補正値を得る固体撮像素子を提供する。

【解決手段】 固体撮像素子100の受光領域110は実効画素部110Aと有効画素部110Bとに分けられている。有効画素部110Bの画素130、130…は、実効画素部110Aにおけるシェーディングの度合いを示す信号を出力する。画素130、130…からの出力信号は電子カメラの制御部200Dにて、実効画素部110Aで得られた画像データのシェーディング補正に用いられる。



【特許請求の範囲】

【請求項１】 受光領域に光電変換素子を有する複数の画素が配置された固体撮像素子において、前記受光領域の外周に沿ってその内側又は外側に、シェーディングの度合いを示す信号を出力することができる２以上の光検出部が配置されていることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項２】 請求項１に記載の固体撮像素子であって、前記受光領域が、当該光電変換素子の出力信号が画像の生成に用いられる実効画素部と、当該光電変換素子の出力信号が画像の生成に用いられない有効画素部とに分けられ、前記有効画素部に含まれる画素の光電変換素子が、前記光検出部として用いられることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項３】 請求項２に記載の固体撮像素子であって、前記実効画素部の画素からの出力信号を読み出すための第１の出力部と、前記有効画素部の画素からの出力信号を読み出すための第２の出力部とが、個別に設けられていることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項４】 請求項２又は請求項３に記載の固体撮像素子であって、前記有効画素部の入射面側には、所定の開口を有する遮光膜が形成され、前記所定の開口の中心が当該光電変換素子の中心から画素毎に予め決定された一定距離だけずれていることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項５】 請求項２又は請求項３に記載の固体撮像素子であって、前記受光領域の光電変換素子の入射面には、画素毎にマイクロレンズが配置され、前記有効画素部のマイクロレンズは、その光軸が当該光電変換素子の中心から画素毎に予め決定された一定距離だけずれるように配置されていることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項６】 請求項５に記載の固体撮像素子であって、前記有効画素部には、マイクロレンズを有さない基準画素が設けられていることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項７】 請求項２から請求項６の何れかに記載の固体撮像素子であって、前記有効画素部に設けられた各画素には複数種類の色フィルタが配置され、前記光検出部からは、特定の色フィルタが配置された画素におけるシェーディングの度合いを示す信号が出力されることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項８】 請求項１から請求項７の何れかに記載の固体撮像素子と、前記シェーディングの度合いを示す信号に基づいて画像

データの調整を行う画像調整手段とを備えていることを特徴とする電子カメラ。

【請求項９】 請求項８に記載の電子カメラは、レンズ交換式の一眼レフ電子カメラであることを特徴とする電子カメラ。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は固体撮像素子及び電子カメラに関し、特にシェーディング補正を好適に行うことができる撮像面積の大きな固体撮像素子及びこれを搭載した電子カメラに関する。

【０００２】

【従来の技術】従来より電子カメラ用の固体撮像素子として、ＣＣＤ型イメージセンサ、ＣＭＯＳ型イメージセンサ、増幅型イメージセンサ等が公知である。従来のＣＣＤ型イメージセンサ１０を図２０に示す。ＣＣＤ型イメージセンサ１０は、同図に示すように、半導体基板１１上に形成された多数の画素１２、１２、…、垂直転送電極１３、水平転送電極１４、出力アンプ１５によって構成され、画素１２のフォトダイオード（光電変換素子）１２ａで発生した電荷は、垂直転送電極１３、水平転送電極１４、出力アンプ１５を経て、ＣＣＤ型イメージセンサ１０の外部に読み出される。

【０００３】このように構成されたＣＣＤ型イメージセンサ１０においては、その中心（図２０のＸ－ＹのＸ近傍）の画素１２Ｘでは、図２１に示すように、装着されたカメラレンズを通過した入射光線Ｌ１１は、マイクロレンズ１２ｂ、色フィルタ１２ｃを通過して、効率よくフォトダイオード１２ａの中心に集光される。一方、ＣＣＤ型イメージセンサ１０の周辺部（図２０のＸ－ＹのＹ近傍）の画素１２Ｙでは、図２２に示すように、その入射光線Ｌ１２の大部分がフォトダイオード１２ａから外れてしまい、Ｘ近傍の画素１２Ｘと比較すると、輝度が著しく低下する（輝度シェーディング）。

【０００４】又、ＣＣＤ型イメージセンサ１０の周辺部では入射光線Ｌ１２が、画素１２Ｙに対して、より斜めに入射するため、入射光線Ｌ１２がフォトダイオード（光電変換素子）１２ａのより端部に入射する。このように入射光線Ｌ１２の傾きが大きい場合には、当該入射光線Ｌ１２によって発生した信号電荷が他の画素のフォトダイオード（光電変換素子）にて検出されることがあり、クロストークが生じる（クロストークシェーディング）。

【０００５】更に、マイクロレンズ１２ｂの屈折率が波長依存性を持つことから、色フィルタ１２ｃの各色（例えば、Ｒ、Ｇ、Ｂ）で屈折率が異なる。この波長依存性は、入射光線Ｌ１２の入射角が傾くにつれて大きくなる。この結果、ＣＣＤ型イメージセンサ１０の受光領域１０Ａの中央部（図２０のＸ近傍）と周辺部（Ｙ近傍）とで色フィルタ１２ｃの各色（Ｒ、Ｇ、Ｂ）毎の集光率

のバランスが異なってしまっていて、カラーバランスの崩れを引き起こす（色シェーディング）。

【0006】ところで、高級電子カメラ、特に一眼レフレックスタイプの電子カメラにおいては、各画素にて高い感度を維持する必要があるため、搭載されるCCD型イメージセンサ10の画素12、12、…のサイズが他の機種に比べて大きなものとなっている。又、同時に、高級電子カメラでは高解像度も要求されるため、画素数が数百万個となり、受光領域10Aの面積が大きなCCD型イメージセンサ10が用いられる。

【0007】このようにCCD型イメージセンサ10の受光領域10Aの面積化が進むにつれ、該受光領域10Aの周辺部での入射光線L12の傾斜は大きいものとなり、上記した各種のシェーディングの影響が顕著となる。上記した各種のシェーディングを補正して好適な画像データを取得すべく、近年の高級電子カメラにおいては、出荷前に、1台毎にシェーディングの発生度合いを測定し、斯く測定した値に基づいてシェーディング補正値を求め、この補正値を1台毎に、内蔵されたROMに書き込むという、シェーディング対策が取られている。

【0008】シェーディングの補正値を求めるに当たっては、先ず、図23に示すように、CCD型イメージセンサ10の受光領域10A内の実効画素部15を中心領域15A、中間領域15B、端部領域15Cに分割する。そして、各々の領域15A、15B、15Cでの輝度（シェーディングの影響を受けた輝度）を求める。ここで中心領域15Aから中間領域15B、端部領域15Cに向うにつれて（中心部Aからの距離が遠くなる程）シェーディングの影響が大きくなって輝度が低下する。従って、出荷前の電子カメラに対して、各領域15A、15B、15C毎にシェーディングの度合い（輝度）を測定し、各領域15A、15B、15C間の輝度を比較し、比較結果を当該電子カメラのROMに補正テーブルとして書き込んでおくことで、出荷後のユーザによる撮影時に、当該補正テーブルに基づいて画像データのシェーディング補正が行われる。

【0009】例えば、中心領域15Aでの輝度の測定値を100とした場合に、中間領域15Bでの輝度が80、端部領域15Cでの輝度が50となったのであれば、実際に画素12、12、…で得られた画素データについて、中間領域15Bで輝度を $100/80$ （増倍率1.2）倍、端部領域15Cでは輝度を $100/50$ （増倍率2.0）倍とすれば、実効画素部15の全面において、シェーディングの影響が排除された様な輝度の画像データを得ることができる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した出荷前のシェーディング補正には、以下のような不具合があった。すなわち、CCD型イメージセンサ10が作り込まれるウェハ（図20の半導体基板11）には、

ロット間やウェハ間で製造バラツキが生じる。このウェハの製造バラツキは、当該ウェハに作製される各CCD型イメージセンサ10毎に微妙な性能のバラツキを生じさせるため、電子カメラにあっては、1台毎に、シェーディング補正値を求めて、これを各ROMに書き込まなければならない。

【0011】又、中心領域15Aを基準とした中間領域15B、端部領域15Cの各領域毎に求められる増倍率（補正感度倍率）は、カメラレンズの種類、そのF値、絞り値等によってその値が異なる。例えば、レンズ交換式の一眼レフレックスタイプの電子カメラの場合、特定のカメラレンズについて、その開放側では増倍率が2倍、絞り値を最大にしたときに増倍率が1.1倍となったとしても、カメラレンズを他のカメラレンズに代えたときに、開放側で1.5倍、絞り値を最大にしたときに1.1倍、という具合に変化する。従って、レンズ交換式の一眼レフレックスタイプの電子カメラにあっては、出荷前にROMに書き込むべきシェーディング補正値（増倍率）の取得が煩雑であり、又、これら補正値（増倍率）を基に作成される補正テーブルをROMに書き込む作業も、そのデータ量が増大する分、煩雑になる。

【0012】又、電子カメラに装着される交換用のカメラレンズの中には、ズームレンズもあり、このようなズームレンズにあっては撮影毎に焦点距離が変化してシェーディング補正値も変化する。又、シェーディング補正値は、絞り値に対しても依存性がある。

【0013】又、電子カメラの性能を高めるべく、補正対象を輝度シェーディング、色シェーディングに広げれば、書き込むデータ量が増え、必要とされる測定時間も長くなり、ひいては製造コストの上昇をもたらす。このように、上記したシェーディングに関する事情を全て考慮して、電子カメラの1台毎に、その出荷前にシェーディングについての測定を行い、更に、その補正値を求める等、ROMに書き込むべきデータ量が膨大になり、製造コストも飛躍的に上昇することになる。

【0014】更に、レンズ交換式の一眼レフレックスタイプの電子カメラにあっては、その出荷後に、新たに製品化された交換用のカメラレンズについては、ROMに書き込まれた補正値が対応し得ないという問題もある。ここで、出荷前にシェーディング補正値を1台ずつ電子カメラのROMに書き込む手法をとらずに、出荷後に電子カメラを用いてシェーディング補正用の撮影を行い、このとき得られた画像データに基づいて、インサイチュで、シェーディングの補正値を求めることも可能である。

【0015】しかし、斯かる手法は、ユーザが自ら電子カメラによって、無模様に、一様な輝度の被写体を用いし、これを撮影してシェーディング補正値を求めなければならない等、電子カメラの操作が煩雑となり実用的ではな

い。本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、電子カメラの個々の性能バラツキや、装着される交換用のカメラレンズの種類等に拘わらず、インサイチュで各種のシェーディング補正値を得ることができる固体撮像素子及びこれを搭載した電子カメラを提供することをその目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するための請求項1に記載の光電変換素子は、受光領域に光電変換素子を有する複数の画素が配置された固体撮像素子において、前記受光領域の外周に沿ってその内側又は外側に、シェーディングの度合いを示す信号を出力することができる2以上の光検出部が配置されたものである。これにより、受光領域の外周に沿った複数の位置における輝度情報（シェーディングの度合いを示す）をモニタすることができ、インサイチュでシェーディング補正値を求めることができる。

【0017】又、受光領域の外周に沿ってその内側又は外側に配置された2以上の光検出部間の輝度情報の比較により、カメラレンズを通過して固体撮像素子に入射する画像は、パターンを有するもの、輝度が様でないもの等、如何なるものでも、シェーディング補正値を求めることができる。これは、通常、最小錯乱円が数十ミクロンあるため、少なくとも2〜4画素分の範囲では、実際のパターンに拘わらずに、あたかも様なパターンによって様な輝度となっていると考えることができるからである。又、固体撮像素子の入射面側に光学的ローパスフィルタが使用されているときには、広い範囲に亘って様な輝度の画像が得られるため、被写体のパターン有無や照明の均一性に拘わらずに、常に好適なシェーディング補正値を求めることができる。

【0018】又、請求項2に記載の固体撮像素子は、請求項1に記載の固体撮像素子において、受光領域が、当該光電変換素子の出力信号が画像の生成に用いられる実効画素部と、当該光電変換素子の出力信号が画像の生成に用いられない有効画素部とに分けられ、前記有効画素部に含まれる画素の光電変換素子が、前記光検出部として用いられるものである。これにより、実効画素部で得られた画像データを、有効画素部からの信号に基づいて、シェーディング補正することができる。

【0019】又、請求項3に記載の固体撮像素子は、請求項2に記載の固体撮像素子において、実効画素部の画素からの出力信号を読み出すための第1の出力部と、有効画素部の画素からの出力信号を読み出すための第2の出力部とが、個別に設けられたものである。これにより、シェーディング補正値を求めるのに必要なデータを即座に得ることができる。

【0020】又、請求項4に記載の固体撮像素子は、請求項2又は請求項3に記載の固体撮像素子において、有効画素部の入射面側に所定の開口を有する遮光膜が形成

され、前記所定の開口の中心が当該光電変換素子の中心から画素毎に予め決定された距離だけずらされたものである。これにより、複数の遮光膜にて遮光された光検出部における輝度情報を、画素間で互いに比較することができ、フォトダイオード（光電変換素子）のどの位置に光が入射しているかを求めることができる。そして、入射光線がどの程度の斜め入射角度を有しているかを求めることができ、この結果を用いて、シェーディング補正値をインサイチュで求めることができるようになる。

【0021】又、請求項5に記載の固体撮像素子は、請求項2又は請求項3の固体撮像素子において、受光領域の光電変換素子の入射面に画素毎にマイクロレンズが配置され、有効画素部のマイクロレンズが、その光軸が当該光電変換素子の中心から画素毎に予め決定された一定距離だけずれるように配置されたものである。これによって、マイクロレンズの位置が異なる複数の光検出部における輝度情報を画素間で比較することができ、フォトダイオード（光電変換素子）のどの位置に光が入射しているかを求めることができる。そして、入射光線がどの程度の斜め入射角度を有しているかを求め、この結果を用いてシェーディング補正値をインサイチュで求めることができる。

【0022】又、請求項6に記載の固体撮像素子は、請求項5に記載の固体撮像素子において、有効画素部に、マイクロレンズを有さない基準画素が設けられたものである。これによって、マイクロレンズを有さない画素を用いた光検出部の輝度信号を基準として、他のマイクロレンズを有する画素の光検出部での輝度を比較することができ、より正確な補正値を得ることができる。

【0023】又、請求項7の固体撮像素子は、請求項2から請求項6の何れかに記載の固体撮像素子において、有効画素部に設けられた各画素には複数種類の色フィルタが配置され、前記光検出部からは、特定の色フィルタが配置された画素におけるシェーディングの度合いを示す信号が出力されるものである。これにより、各色フィルタの特性に応じたシェーディング補正値を求めることができる。

【0024】又、請求項8に記載の電子カメラは、請求項1から請求項7の何れかに記載の固体撮像素子と、前記シェーディングの度合いを示す信号に基づいて画像データの調整を行う画像調整手段とを備えたものであり、請求項9に記載の電子カメラは、レンズ交換式の一眼レフ電子カメラである。これにより、固体撮像素子の光検出部からの信号を基に、撮像時の補正量を好適に決定できるようになる。シェーディング補正に関しては、撮影時に透過率制御膜等を用いて実効画素部面内において最適な輝度分布になる様にEC膜等の透過率制御膜の透過率を面内にて制御した状態で撮影してもよく、或いは、撮影によって得られた画像データに対してこの補正値を用いてシェーディング補正をしてもよい。又、両者を組

み合わせてもよい。この結果、シェーディングの補正值を出荷時に1台毎に測定してROMに書き込む必要がなく、コスト、性能ともに優れた電子カメラを提供することができる。

【0025】

【発明の実施の形態】(第1の実施の形態)以下、本発明の第1の実施の形態について、添付図面を用いて説明する。図1は、第1の実施の形態に係る固体撮像素子100の全体構成を示す図である。

【0026】この図に示すように、固体撮像素子100の受光領域110(図中、太線の破線で示す)は、その中央部が実効画素部110A、この実効画素部110Aを囲む部分が有効画素部110Bとなっている。ところで、一般には「有効画素(部)」を「実効画素(部)」を含む概念として定義することもあるが、本願の「有効画素部」は、発明を理解しやすくするため、便宜上、上記のように「受光領域」から「実効画素部」を除外したものとして定義している(以下、同じ)。

【0027】又、実効画素部110Aの近傍(図1では左端側)には暗電流を測定するためのオプティカルブラック部110Cが設けられている。このオプティカルブラック部110Cには、実効画素部110Aと同じ構造の画素(図示省略)が形成されており、この画素に含まれるフォトダイオード(光電変換素子)の入射面が遮光膜114によって完全に遮光されている。これによりオプティカルブラック部110Cの画素から暗電流等のノイズ成分を示す信号を出力することができる。

【0028】ここで、実効画素部110Aには、多数の画素120、120…が設けられており、これら画素120、120…からの出力信号(画素データ)によって、当該電子カメラで撮影された画像データが生成される。ここで有効画素部110Bは、受光領域110の外周(図中、太い破線で示す)に沿ってその内側に設けられている。この有効画素部110Bの画素(光検出部)130、130…は、受光領域110の中心から離れているため、製造工程における画素毎の特性のバラツキが大きいと考えられ、その出力信号を画像データの生成に用いないようにしている。

【0029】しかし、この有効画素部110Bに含まれる画素130、130…のうち、実効画素部110Aに隣接する部分にある画素130、130…については、実効画素部110Aの画素120、120…と同等に、信頼性の高い信号が得られるようにマージンがとってある。そこで、この第1の実施の形態では、この実効画素部110A近傍にある有効画素部110B内の画素130、130…からの出力信号を、実効画素部110Aに含まれる画素120、120…によって得られた画像データに生じるシェーディングの度合いを示す信号として用いて、シェーディング補正を行うようにしている。この有効画素部110Bでは、多数の画素130、130…

が、例えば、3×3画素を1単位(ブロック)として複数ブロック(図示例では、A～G)設けられている。

尚、5×5画素で1つのブロックを構成してもよい。

【0030】この固体撮像素子100には、実効画素部110Aの各画素120、120…の出力信号(電圧)を増幅して読み出すための出力アンプ115A及び画素データを示す信号を外部に出力するためのパッド電極116Aが形成されている。又、これとは別に有効画素部110Bの各画素130、130…用の出力アンプ115B及びパッド電極116Bが形成されている。このように画素130、130…の出力信号を増幅する出力アンプ115Bを、出力アンプ115Aとは別に設けることで、シェーディングを示す有効画素部110Bからの出力信号を逸早く外部(図2のアナログ信号処理回路227)に読み出すことができ、シェーディング補正に必要な処理時間が短縮化される。

【0031】今、受光領域110の水平方向に係るシェーディングの補正值を求める場合を考える。このとき、有効画素部110Bの各ブロックA、B、C、D、Eにおける平均的な出力が、10:9:8:6:4であれば、撮影の結果得られた画像データ(生データ)に対し、水平方向に沿って中央部から端部側にかけて、1:10/9:10/8:10/6:10/4の増倍率(補正感度倍率)をかけてシェーディング補正を行うことにより、実効画素部110A全体を用いて、一様な輝度の画像データを得ることができる。尚、増倍率(補正感度倍率)を上記比率より小さな値に修正することで、銀塩写真におけるシェーディングと同程度の輝度のバラツキを故意に生じさせることができ、銀塩写真に似通った画像を得ることも可能である。

【0032】又、受光領域110の垂直方向についてのシェーディング補正は、ブロックE、F、Gの各画素130、130…の出力信号を読み出して、同様の処理を行えばよい。尚、固体撮像素子100として、CCD型イメージセンサが用いられるのであれば、部分読み出し(2つの出力アンプ115A、115Bから個別に読み出す)によって、有効画素部110Bの各ブロックA、B、C、D、E内の各画素130、130…の出力信号を高速に取り出すことができるが、固体撮像素子100としてMOS型イメージセンサが用いられるのであれば、ランダムアクセスが可能であるため、有効画素部110Bの各ブロックA、B、C、D、E内の各画素130、130…の出力信号を、部分的に容易に読み出すことができ、シェーディング量を示す当該出力信号を高速に取り出すことができる。

【0033】次に、固体撮像素子100の実効画素部110A、有効画素部110Bからの各々の出力信号(画素データ)を用いて画像データの生成とシェーディング補正とを行う電子カメラの制御部200Dの構成について、図2のブロック図を用いて説明する。電子カメラの

各種動作制御を司るCPU221にはリリース鉤に連動する半押しスイッチ222と全押しスイッチ223から、各々、半押し信号と全押し信号が入力する。

【0034】実際に半押しスイッチ222がオン操作されて半押し信号が入力されると、CPU221からの指令により焦点検出装置236が撮影レンズ831（図18参照）の焦点検出状態を検出し、撮影レンズ831を所望の合焦位置に駆動する。CPU221は、上記半押し信号の入力により、タイミングジェネレータ（TG）224とドライバ225を介して固体撮像素子（CCD）100を駆動する。ここで、タイミングジェネレータ224は、アナログ信号処理回路227、A/D変換回路228、画像処理回路229の動作タイミングを制御する。一方で、CPU221は、ホワイトバランス検出処理回路235の駆動を開始させる。

【0035】半押しスイッチ222のオン操作に引き続いて全押しスイッチ223がオン操作されると、CPU221は、図示省略の駆動手段にクイックターンミラー811（図18）を回動させる。このとき撮影レンズ831からの被写体光は固体撮像素子（CCD）100の入射面上で結像し、固体撮像素子（CCD）100の画素120、120…、130、130…に被写体像の明るさに応じた信号電荷が蓄積する。

【0036】固体撮像素子（CCD）100の各画素120、120…、130、130…に蓄積された信号電荷は、ドライバ225からの駆動パルスの発生タイミングに応じて、個別の出力アンプ115A、115B（図1）より出力され、AGC回路やCDS回路等を含むアナログ信号処理回路227に入力される。アナログ信号処理回路227は、CCD100からのアナログ画像信号に対して、ゲインコントロール、雑音除去等のアナログ処理を施す。このようにアナログ処理された信号は、A/D変換回路228によってデジタル画像信号に変換され、その後、画像処理回路（例えば、ASIC）229に導かれる。

【0037】画像処理回路229は、入力されたデジタル画像信号に対して、メモリ230に記憶された画像処理用のデータに基づいて、各種の画像前処理（例えば、シェーディング補正、ホワイトバランス調整、輪郭補償、ガンマ補正等）を行う。この実施の形態では、画像処理回路229が、画像調整手段として機能する。尚、上記した画像処理回路229でのホワイトバランス調整は、CPU221に接続されたホワイトバランス検出処理回路235からの信号に基づいて行われる。

【0038】ここでホワイトバランス検出回路235は、ホワイトバランスセンサ（色温度センサ）235A、ホワイトバランスセンサ235Aからのアナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路235B、デジタル化された色温度信号に基づいてホワイトバランス調整信号を生成するCPU235Cからなる。このう

ちホワイトバランスセンサ235Aは、例えば、赤色Rと青色Bと緑色Gとにそれぞれ感度を有する複数のフォトダイオード（光電変換素子）からなり、被写界全体の光像を受光する。又、ホワイトバランス検出処理回路235内のCPU235Cは、固体撮像素子（CCD）100からの出力信号に基づいてRゲインとBゲインを算出する。算出されたゲインはCPU221の所定のレジスタに転送されて格納され、画像処理回路229でのホワイトバランス調整に用いられる。

【0039】画像処理回路229は、上記した各種の画像前処理が行われた画像データに対して、更に後述のJPEG方式のデータ圧縮に適したデータ形式に変換する処理（画像後処理）を行い、この画像後処理を行った後、当該画像データをバッファメモリ230に一時的に格納する。尚、画像処理回路229は、後述の圧縮回路（JPEG）233における画像データの圧縮時に所定の圧縮量が得られるように、当該圧縮回路233との間で調整データ（例えば、スケールファクタ）の遣り取りを行う。

【0040】画像処理回路229からバッファメモリ230に格納された画像データは、圧縮回路233に送られる。圧縮回路233は、前記画像データを、バッファメモリ230に記憶された圧縮用のデータを用いて、JPEG方式で所定の圧縮量で圧縮する（データ圧縮）。圧縮された画像データは、CPU221に送られて、該CPU221に接続されたフラッシュメモリ等の記憶媒体（例えば、PCカード）234に記録される。

【0041】一方で、画像処理回路229により画像処理（前処理・後処理）処理が行われてバッファメモリ230に記憶された画像データ（非圧縮データ）は、表示画像作成回路231にて表示に適したデータ形式に変換され、LCD等の外部モニタ232に表示される（撮影結果の表示）。この第1の実施の形態の電子カメラでは、固体撮像素子（CCD）100の実効画素部110Aからの出力信号（図中、黒塗り矢印）と、有効画素部110Bからの出力信号（図中、白抜き矢印）とが別系統で、アナログ処理回路227、A/D変換回路228、画像処理回路（例えば、ASIC）229に出力されるので、その後に行われるシェーディング補正等の画像処理時間の短縮化が図られる。

【0042】尚、図2中、破線矢印で示すように、シェーディング補正のために得られた出力信号を、固体撮像素子（CCD）100側にフィードバックして、該固体撮像素子（CCD）100の駆動制御を行うようにしてもよい。又、この第1の実施の形態では、有効画素部110Bの画素130、130…からの信号に基づいてシェーディング補正値を求めるようにしたが、実効画素部110Aの有効画素部110B寄りの画素120、120…の出力信号に基づいてシェーディング補正値を求めるようにしてもよい。

【0043】(第2の実施の形態)次に、本発明の第2の実施の形態について、図3～図6を用いて説明する。この第2の実施の形態の固体撮像素子300は、有効画素部310Bの画素330、330…の入射面に開口332a、332a…を有する遮光膜332が形成されている点が上記した第1の実施の形態と異なる。

【0044】この固体撮像素子300でも、図3に示すように、受光領域310が、実効画素部310Aと有効画素部310Bとに分けられ、実効画素部310Aに隣接する位置(図3の左端側)には暗電流を測定するためのオプティカルブラック部310Cが設けられている。又、受光領域310の外周(図中、太い破線で示す)の外側には、実効画素部310A、有効画素部310Bの各々の画素320、320…、330、330…の出力信号(電圧)を増幅して読み出すための出力アンプ315A、315B及びパッド電極316A、316Bが形成されている。

【0045】ここで有効画素部310Bは、受光領域310の外周(図中、太い破線で示す)に沿って内側に設けられ、該有効画素部310Bの画素330、330…は、図3、図4に示すように、3×3画素分でブロックA、B、C、D、Eを構成する。このブロックA、B、C、D、Eは、図3に示すように、実効画素部310Aを囲むように、有効画素部310Bの上部側にブロックA、B、Cが配置され、ブロックD、Eが右端側に配置されている。そして、各ブロックA、B、C、D、Eでは、画素330、330…の入射面に形成された遮光膜332の開口332a、332a…は、図4、図5に示すように、その中心が、フォトダイオード(光電変換素子)331、331…の中心(図中、×で示す)と画素毎に予め決定された距離離れて形成されている。

【0046】この第2の実施の形態の固体撮像素子300によれば、図5に示すように、フォトダイオード331、331…の上面に形成された遮光膜332の開口332a、332a…の中心C2がフォトダイオード331、331…の中心C1に対して一定の関係でずれているので(ΔC)、この開口332a、332a…のズレ量ΔCと入射光線L2の入射角に応じてフォトダイオード331、331…に入射する光量が変化する。尚、ズレ量ΔCは、各画素毎に決定され、ブロックの中心では“0”となっている。

【0047】また、ブロックの中心以外の画素において、フォトダイオード331、331…の中心C1に対する開口332a、332a…の中心C2のずれ方向は、図4に示すように、ブロック内での各画素の配置に対応している。つまり、左下画素における開口332aの中心C2のずれ方向は左下方向であり、右上画素における中心C2のずれ方向は右上方向であり、その他の左上画素や右下画素などにおいても同様である。

【0048】今仮に、入射光線L2の入射角が比較的垂

直に近くなる交換用のカメラレンズ(例えば、ニコン製NIKKOR105mm;F8)が装着され、開口絞りが絞られている場合、図3に示すブロックCの3×3画素での輝度は図6(a)のようになる。一方、入射光線L2の入射角が水平側に傾く交換用のカメラレンズ(例えば、ニコン製NIKKOR50mm;F1.4S)が装着され、開口絞りが開放されている場合、焦点距離が比較的短いことと相まって、3×3画素での輝度は、図6(b)のようになる。

【0049】このように焦点距離、F値の異なる交換用のカメラレンズを装着し、かつ、開口絞りが異なっている場合に、ブロックCの各画素で得られた値(輝度)を比較すると、図6(a)では、平均出力が“約7.44”、左下画素330T(実効画素部310A側のモニター画素)と右上画素330U(モニター画素)との出力差が“5”となっている一方、図6(b)では、平均出力が“約3.66”と小さく、左下画素330Tと右上画素330Uとの出力差が“10”と大きくなっている。

【0050】ブロックCは受光領域310の右上側外周部に位置するので、この位置に対しては、平均出力が小さいほど、また、左下画素330Tと右上画素330Uとの出力差が大きいほど、入射光線L2の斜め入射の度合い(入射角)が大きいことに相当する。補正の手段(輝度シェーディングの補正值(増倍率))としては、各ブロックA、B、C、D、E(図3)の平均出力や出力差等の値から直接求めても良いし、事前に設定された補正值を適用しても良い。

【0051】直接求める場合には、図6(a),(b)のような3×3画素での輝度を各ブロックA、B、C、D、E(図3)ごとに求め、これらの平均出力や出力差の値に基づいて、各ブロックA、B、C、D、Eの近傍に位置する実効画素部310Aの輝度低下分(輝度シェーディングの度合い)を予測し、輝度シェーディング補正值(増倍率)を決める。

【0052】あるいは、事前に画像評価にて各ブロックA、B、C、D、Eの平均出力や出力差の値に対する最適輝度シェーディング補正值(増倍率)を求めておき、出荷前にテーブルを作成してROM等へ書き込み、そのデータを利用すれば、さらに正確な輝度シェーディング補正值(増倍率)を適用することができる。このようなシェーディング補正值は、各ブロックA、B、C、D、E毎に求められる。

【0053】(第3の実施の形態)次に、本発明の第3の実施の形態について、図7を用いて説明する。この第3の実施の形態の固体撮像素子は、上記した第2の実施の形態の固体撮像素子300における有効画素部310Bの画素330、330…の入射面(フォトダイオード331、331…の上面)に、開口332a、332a…を有する遮光膜332(図4、図5)ではなく、開口334a、334a…を有する遮光膜334(図7(a)、

(b))を形成したものである。

【0054】第3の実施の形態の固体撮像素子でも、有効画素部310Bの画素330、330…は、3×3画素分でブロックA、B、C、D、E(図3参照)を構成している。そして、各ブロックA、B、C、D、Eにおいて、画素330、330…の入射面に形成された遮光膜334の開口334a、334a…は、図7(a)に示すように、フォトダイオード(光電変換素子)331、331…の中心(図中、×で示す)から画素毎に予め決定された距離だけ離れた位置に形成されている。

【0055】次に、各ブロックA、B、C、D、Eにおける開口334a、334a…の配置について具体的に説明する。図7(a)、(b)に示すように、ブロック(C)の左下画素(図7(c)、(d)の左下画素330Tを参照)における開口334aの中心C3は、フォトダイオード331の中心C1(×)と一致している。

【0056】また、この左下画素(330T)以外の画素における開口334a、334a…の中心C3は、フォトダイオード331、331…の中心C1(×)に対してずれている。フォトダイオード331、331…の中心C1に対する開口334a、334a…の中心C3のずれ方向は、右方向、上方向、右上方向の何れかである。さらに、左下画素(330T)以外の画素において、フォトダイオード331、331…の中心C1に対する開口334a、334a…の中心C3の右方向へのズレ量(図7(b)のズレ量 $\Delta 1$ 、 $\Delta 2$ を参照)は、左下画素(330T)から右方向に離れた画素ほど大きくなる($\Delta 1 < \Delta 2$)。同様に、フォトダイオード331、331…の中心C1に対する開口334a、334a…の中心C3の上方向へのズレ量は、左下画素(330T)から上方向に離れた画素ほど大きくなる。

【0057】ここで、第3の実施の形態の固体撮像素子において、受光領域(図3の310参照)の中心部は、上記したブロック(C)の左下方向に位置している。このため、ブロック(C)に対する入射光線L1は、左下方向から傾いて斜めに入射する。したがって、ブロック(C)の開口334a、334a…を通過した入射光線L1がフォトダイオード331、331…に到達する割合は、右上画素ほど減少する。

【0058】また、ブロック(C)に対する入射光線L1の斜め入射の度合い(入射角)は、カメラレンズの開口絞りを絞ったときより開放させたときの方が大きくなるため、開口334a、334a…からの入射光線L1がフォトダイオード331、331…に到達する割合の減少は、開口絞りを開放させたときほど特に大きくなる。今、入射光線L1の入射角が比較的垂直に近くなる交換用のカメラレンズ(例えば、ニコン製NIKKOR105mm;F8)が装着され、開口絞りが絞られている場合、ブロックCの3×3画素での輝度は図7(c)のようになる。

【0059】一方、入射光線の入射角が水平側に傾く交換用のカメラレンズ(例えば、ニコン製NIKKOR50mm;F1.4S)が装着され、開口絞りが開放されている場合、焦点距離が比較的短いことと相まって、3×3画素での輝度は、図7(d)のようになる。このように焦点距離、F値の異なる交換用のカメラレンズを装着し、かつ、開口絞りが異なっている場合に、ブロックCの各画素で得られた出力値(輝度)を比較すると、図7(c)では、平均出力が“約5.66”、左下画素330Tと右上画素330Uとの出力差が“7”となっている一方、図7(d)では、平均出力が“約2.55”と小さく、左下画素330Tと右上画素330Uとの出力差が“10”と大きくなっている。

【0060】ブロックCは受光領域310の右上側外周部に位置するので、この位置に対しては、平均出力が小さいほど、また、左下画素330Tと右上画素330Uとの出力差が大きいほど、入射光線L1の斜め入射の度合い(入射角)が大きいことに相当する。また、第3の実施の形態の固体撮像素子では、ブロック(C)の左下画素(330T)における開口334aの中心C3をフォトダイオード331の中心C1に一致させると共に、左下画素(330T)以外の画素における開口334a、334a…の中心C3をフォトダイオード331、331…の中心C1から右方向、上方向、右上方向に順次ずらすため、上記した第2の実施の形態の固体撮像素子300と比べて、次のような効果を奏する。

【0061】すなわち、第3の実施の形態の固体撮像素子のように開口334a、334a…を配置することで、カメラレンズの開口絞りを絞ったときにブロック(C)の各画素から得られる出力値の平均(平均出力)と、開口絞りを開放させたときにブロック(C)から得られる平均出力との差を大きくすることができる。つまり、入射光線L1の斜め入射の度合い(入射角)に対するブロック(C)の平均出力の変化分(ブロック(C)の感度)を大きくすることができる。したがって、入射光線L1の入射角の変化をより効果的に捉えて、輝度シェーディングの補正值(増倍率)を求めることができる。

【0062】補正の手段(輝度シェーディングの補正值(増倍率))としては、上記した第2の実施の形態と同様、各ブロックA、B、C、D、E(図3)の平均出力や出力差等の値から直接求めても良いし、事前に設定された補正值を適用しても良い。

(第4の実施の形態)次に、本発明の第4の実施の形態について、図8～図11を用いて説明する。

【0063】この第4の実施の形態の固体撮像素子400は、受光領域410に設けられた実効画素部410Aの画素420、420…の入射面にマイクロレンズ450、450…が、有効画素部410Bの画素430、430…の入射面にマイクロレンズ460、460…が配置されている点が上記した第1の実施の形態と異なる。

この第4の実施の形態の固体撮像素子400でも、図8に示すように、その受光領域410が、実効画素部410Aと有効画素部410Bとに分けられている。尚、実効画素部410Aの図8中、左側には暗電流を測定するためのオプティカルブラック部410Cが設けられている。

【0064】又、受光領域410の外周（図中、太い破線で示す）の外側には、実効画素部410A、有効画素部410Bの各々の画素420、420…、430、430…の出力電圧を増幅して読み出すための出力アンプ415A、415B及びパッド電極416A、416Bが形成されている。ここで有効画素部410Bは、受光領域410の外周（図中、太い破線で示す）に沿ってその内側に設けられ、該有効画素部410Bの画素430、430…は、図8、図9に示すように、3×3画素分でブロックA、B、C、D、Eを構成する。このブロックA、B、C、D、Eは、図8に示すように、実効画素部410Aを囲むように、有効画素部410Bの上部側にブロックA、B、Cが配置され、ブロックD、Eが右端側に配置されている。そして、各ブロックA、B、C、D、Eでは、マイクロレンズ460、460…は、図9、図10に示すように、その光軸（中心）C11が、フォトダイオード（光電変換素子）431、431…の中心C12と一定の関係となるように形成されている。

【0065】この第4の実施の形態の固体撮像素子400によれば、フォトダイオード431、431…の上面に形成されたマイクロレンズ460、460…の光軸（中心）C11がフォトダイオード431、431…の中心C12に対して一定の関係でずれているので（ ΔC ）、このマイクロレンズ460、460…の光軸（中心）C11と中心C12とのズレ量と入射光線L3の入射角に応じてフォトダイオード431、431…に入射する光量が変化することになる（図10）。ここでも ΔC の値は、各画素毎に予め決定される。

【0066】今、入射光線L3の入射角が比較的垂直に近くなる交換用のカメラレンズ（例えば、ニコン製NIKKOR105mm；F8）が装着され、開口絞りが絞られた場合、図8に示すブロックCの3×3画素での輝度は図11（a）のようになる。一方、入射光線L3の入射角が水平側に傾く交換用のカメラレンズ（例えば、ニコン製NIKKOR50mm；F1.4S）が装着され、開口絞りが開放されている場合には、焦点距離が比較的短いことと相まって、3×3画素での輝度は、図11（b）のようになる。

【0067】このように焦点距離、F値の異なる交換用のカメラレンズを装着し、かつ、開口絞りが異なっている場合に、ブロックCの各画素で得られた値（輝度）を比較すると、図11（a）では、平均出力が“約6.55”、左下画素430V（実効画素部410A側にある

モニター画素）と右上画素430W（モニター画素）との出力差が“6”となっている一方、図11（b）では、平均出力が“約3.66”と小さく、左下画素430Vと右上画素430Wとの出力差が“9”と大きくなっている。

【0068】ブロックCは受光領域410の右上側外周部に位置するので、この位置に対しては、平均出力が小さいほど、また、左下画素430Vと右上画素430Wとの出力差が大きいほど、入射光線L3の斜め入射の度合い（入射角）が大きいことに相当する。補正の手段（輝度シェーディングの補正值（増倍率））としては、上記した第2の実施の形態と同様、各ブロックA、B、C、D、E（図8）の平均出力や出力差等の値から直接求めても良いし、事前に設定された補正值を適用しても良い。

【0069】このように、本実施の形態の固体撮像素子400によれば、3×3画素を1つの単位（ブロック）とした場合、各画素430、430…でのマイクロレンズ460、460…の光軸がフォトダイオード431、431…の中心位置に対して異なっているので、入射光線L3の入射角が同じであっても、各画素430、430…のフォトダイオード431、431…への入射光量を変化させることができ、この結果を基にして、シェーディングの補正值（増倍率）を求めることができる。

【0070】（第5の実施の形態）次に、本発明の第5の実施の形態について、図12～図14を用いて説明する。この第5の実施の形態の固体撮像素子500は、マイクロレンズ560、560…が入射面に形成された有効画素部510Bに、マイクロレンズが形成されていない基準画素540、540…が設けられている点が上記した第4の実施の形態と異なる。他の固体撮像素子500の構成は、上記した第4の実施の形態の固体撮像素子400と同一であり、その説明は省略する。

【0071】この第5の実施の形態の有効画素部510Bのマイクロレンズ560、560…は、図12、図13に示すように、その光軸（中心）C21が、フォトダイオード（光電変換素子）531、531…の中心C22と一定距離だけずれるように形成されている。この第5の実施の形態の固体撮像素子500によれば、画素530、530…の入射面に形成されたマイクロレンズ560、560…の光軸（中心）C21がフォトダイオード531、531…の中心C22に対して ΔC ずれているので、ズレ量 ΔC と入射光線L4の入射角に応じてフォトダイオード531、531…に入射する光量が変化（図13）。ここでも ΔC は、各画素毎に予め決定された距離である。

【0072】固体撮像素子500では、異なる交換用のカメラレンズが用いられたり、その開口絞りの値が異なると、有効画素部510Bに設けられた画素530、530…では輝度が変化するが（例えば、図14（a）

(b)の画素530Y, 530Z)、基準画素540, 540…では、入射光線の入射角依存性が極めて小さく輝度の変化が殆どないことがわかる(図14(a), (b)の画素540X, 540Y, 540Z)。

【0073】このように基準画素540, 540…からの出力信号は、入射角依存性が極めて小さくなってカメラレンズ依存性が小さいので、この出力信号(電圧)を基準電圧として、各ブロックA, B, C, D, Eの画素(モニター画素)の出力信号を定量的に求めることができる。尚、上記した第4、第5の実施の形態では、マイクロレンズ460, 460…、560, 560…による入射光の波長依存性が高くなることに鑑み(図10、図13の実線で示す入射光線と破線で示す入射光線)、画素430, 430…、530, 530…に設けられる色フィルタの種類(例えば、R, G, B)毎に、シェーディングの補正值(色シェーディング補正值)を求めるようにしてもよい。この場合には、図15に示すように、特定の色フィルタ(図示例では、R)が設けられた画素530, 530…にのみ着目して、マイクロレンズ460, 460…のズレ量 ΔC を決定してシェーディングの補正值を求めることができる。

【0074】(第6の実施の形態)次に、本発明の第6の実施の形態について、図16、図17を用いて説明する。この第6の実施の形態の固体撮像素子600は、受光領域610の外周(図中、太い破線で示す)に沿ってその外側に、光センサ660, 660…が配置されている点が上記した第1の実施の形態と異なる。

【0075】この固体撮像素子600の受光領域610の外周(図中、太い破線で示す)の外側には、実効画素部610Aと有効画素部610Bの各々の画素620, 620…、630, 630…の出力電圧を増幅して読み出すための出力アンプ615及びパッド電極616B、更には、光センサ660, 660…からの信号を出力するためのパッド電極616Aが形成されている。

【0076】ここで、光センサ660, 660…は、受光領域610の外周(図中、太い破線で示す)に沿ってその外側に、図16に示すように、一定間隔で配置されており、この光センサ660, 660…からの出力信号に基づいて、実効画素部610Aの画素620, 620…にてシェーディングによって生じる輝度の低下をモニタすることができる。

【0077】受光領域610の外周(図中、太い破線で示す)に沿ってその外側に配置された光センサ660, 660…からの出力信号の比率が、例えば、中央から右端にかけて、10:9:8:6:4であるならば、実効画素部610Aの画素620, 620…によって得られた画像データに対し、水平方向に沿って中央部から端部にかけて1:10/9:10/8:10/6:10/4の増倍率(感度倍率)をかければ、シェーディング補正がなされ、実効画素部610A内で、シェーディングの

影響を受けない画像データを得ることができる。

【0078】尚、ここでは、光センサ660, 660…を実効画素部610Aの水平方向に沿って配置した例をあげて説明したが、実効画素部610Aの垂直方向に沿って光センサ660, 660…を配置し、その出力信号をシェーディング補正に用いるようにしてもよい。次に、固体撮像素子600の光センサ660, 660…からの出力信号を用いてシェーディング補正を行う電子カメラの制御部700Dの構成について、図17のブロック図を用いて説明する。

【0079】この電子カメラの制御部700Dは、第1の実施の形態の制御部200D(図2)と、シェーディング補正のための信号の処理系統のみが異なる。すなわち、固体撮像素子(CCD)600の画素620, 620…からの出力信号(画素データ)と、光センサ660, 660…からの出力信号とが別系統で、アナログ信号処理回路727に入力される。

【0080】アナログ信号処理回路727にて処理された固体撮像素子(CCD)600からの出力信号(画素データ)と光センサ660, 660…からの出力信号とは、更に、A/D変換回路728、画像処理回路729に導かれて、当該画像処理回路729でホワイトバランス調整、輪郭補償、ガンマ補正等の画像前処理が行われる。尚、この実施の形態では、画像処理回路729が、画像調整手段として機能する。

【0081】尚、制御部700Dの他の構成は、第1の実施の形態の制御部200D(図2)と同一であり、対応する要素に同一の符号を付して、その詳細な説明は省略する。

(第7の実施の形態)次に、第1～第6の実施の形態のCCD100, 300, 400, 500, 600が搭載された一眼レフ電子カメラ800について説明する。

【0082】図18に示すように、一眼レフ電子カメラ800は、カメラ本体810と、ファインダ装置820と、交換可能なカメラレンズ830とからなる。尚、図示例では、一眼レフ電子カメラ800には、第1の実施の形態の固体撮像素子100が搭載されている。ここで交換用のカメラレンズ830は、撮影レンズ831、絞り832等を内蔵しており、カメラ本体810に対して着脱自在となっている。

【0083】又、カメラ本体810には、クイックターンミラー811、焦点検出装置812、シャッター813が設けられている。そして、シャッター813の後方に、固体撮像素子(CCD)100が配置されている。又、ファインダ装置820には、ファインダーマット821、ペンダプリズム822、接眼レンズ823、プリズム824、結像レンズ825、ホワイトバランスセンサ235A等が設けられている。

【0084】このよう構成された一眼レフ電子カメラ800では、被写体光L30は、交換用のカメラレンズ8

30を通過してカメラ本体810に入射する。この場合、リリース前は、クイックターンミラー811は、図中、破線で示す位置にあるので、このクイックターンミラー811で反射された被写体光L30の一部は、ファインダ装置820側に導かれ、ファインダマット821にて結像される。このとき得られた被写体像は、その一部がペンダプリズム822を介して接眼レンズ823に導かれ、他の一部が、プリズム824と結像レンズ825を介してホワイトバランスセンサ235Aに入射する。このホワイトバランスセンサ235Aは被写体像の色温度を検出するものである。又、このとき、被写体光L30は、一部がクイックターンミラー811と一体の補助ミラー811Aで反射され、焦点検出装置812で結像する。

【0085】リリース後は、クイックターンミラー811が図中、時計廻りに回動し（図中、実線で示す）、被写体光L30は、シャッタ813側に入射する。従って、撮像時、先ず、焦点検出装置812により焦点が合致したことが検知されると、その後、シャッタ813が開く。このシャッタ813の開き動作によって、被写体光L30が、固体撮像素子（CCD）100に入射し、その受光面で結像する。

【0086】被写体光L30を受けた固体撮像素子（CCD）100は、この被写体光L30に応じた電気信号を生成すると共に、この電気信号に対して、ホワイトバランスセンサ235Aからの信号に基づくホワイトバランス補正等の各種画像信号処理を行い、補正後の画像信号（RGBデータ）をバッファメモリ（図示省略）に出力する。

【0087】この画像信号処理での、シェーディング補正は、第1～第6の実施の形態で説明した手法により得られたシェーディング補正值に合わせて行われる。

（第8の実施の形態）図19は、第1～第6の実施の形態の固体撮像素子100、300、400、500、600を電子カメラに適用した場合のシェーディング補正を行う画像処理のフローチャートを示したものである。

【0088】このフローチャートに示すように、先ず、固体撮像素子100、300、400、500、600を用いた電子カメラにおけるモニター画素の輝度情報を本撮影前に取り入れて簡単な演算を行う。ここで、電子カメラが固体撮像素子100、300、400、500、600が透過率を面内で制御できるような透過率制御手段（例えば、EC制御膜）を有しているのであれば、その撮影時に領域面内で透過率を制御すべく、図19のXに示す経路にて電子カメラにフィードバックをかけて、撮像条件を決定する。

【0089】一方、透過率制御手段を有さない電子カメラの場合には、図19のYに示した経路にて、撮影と同時に、或いは撮影直前に、有効画素部（110B、310B…）の画素（130、330…）からの出力信号

（輝度情報）を求め、その輝度情報に応じた補正值（増倍率）を、補正テーブルとしてROMに書き込んでおかれたデータと比較することにより、交換用のカメラレンズの種類、絞り値、レンズの瞳位置等に拘わらずに、シェーディング補正に係る情報をインサイチュで求めて、シェーディング補正を行う。

【0090】尚、高精度な補正が必要でない場合には、ROMに補正テーブルを持たせずに有効画素部（110B、310B…）の画素（130、330…）の輝度情報から直接補正值（係数）を演算して、シェーディング補正を行うこともできる。この場合にも、インサイチュな各モニター画素の輝度情報に応じて補正值（係数）を求めることができ、各カメラレンズ毎の個体差等については配慮する必要がなくなる。

【0091】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載の光電変換素子によれば、受光領域の外周に沿ってその外側又は内側に、シェーディングの度合いを示す信号を出力することができる2以上の光検出部が配置されているので、受光領域でのシェーディングの度合いを示す輝度情報をモニタすることができ、インサイチュでシェーディング補正值を求めることができる。

【0092】又、請求項2に記載の固体撮像素子によれば、受光領域の有効画素部に含まれる画素の光電変換素子が、シェーディングの度合いを示す輝度情報を得るための光検出部として用いられるので、実効画素部で得られた画像データを、有効画素部からの信号に基づいて、シェーディング補正することができる。又、請求項3に記載の固体撮像素子によれば、実効画素部の画素からの出力信号を読み出すための第1の出力部と、有効画素部の画素からの出力信号を読み出すための第2の出力部とが個別に設けられているので、シェーディング補正值を求めるのに必要なデータを即座に得ることができる。

【0093】又、請求項4に記載の固体撮像素子によれば、有効画素部の画素の入射面側に開口の中心が当該光電変換素子の中心から画素毎に予め決定された距離だけずらされた遮光膜が形成されているので、異なるパターンで遮光された光検出部における輝度情報を画素間で互いに比較して、フォトダイオード（光電変換素子）のどの位置に光が入射しているかを求め、この結果を用いて、シェーディング補正值をインサイチュで求めることができるようになる。

【0094】又、請求項5に記載の固体撮像素子によれば、有効画素部のマイクロレンズが、その光軸が当該光電変換素子の中心から画素毎に予め決定された一定距離だけずれるように配置されているので、マイクロレンズの位置が異なる複数の光検出部における輝度情報を画素間で比較することができ、フォトダイオード（光電変換素子）のどの位置に光が入射しているかを求め、この結果を用いてシェーディング補正值をインサイチュで求め

ることができる。

【0095】又、請求項6に記載の固体撮像素子によれば、マイクロレンズを有さない画素を用いた光検出部の輝度信号を基準として、他のマイクロレンズを有する画素の光検出部での輝度を比較することができ、より正確な補正値を得ることができる。又、請求項7の固体撮像素子によれば、光検出部からは、特定の色フィルタが配置された画素におけるシェーディングの度合いを示す信号が出力されるので、各色フィルタの特性に応じたシェーディング補正値を求めることができる。

【0096】又、請求項8、請求項9に記載の電子カメラによれば、固体撮像素子の光検出部からの信号を基に撮像時の補正量を好適に決定できるようになる。この結果、シェーディングの補正値を出荷時に1台毎に測定してROMに書き込む必要がなく、コスト、性能ともに優れた電子カメラを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態の固体撮像素子(CCD)100の平面図である。

【図2】第1の実施の形態の電子カメラの制御部200Dを示すブロック図である。

【図3】第2の実施の形態の固体撮像素子(CCD)300の平面図である。

【図4】有効画素部310BのブロックCにおける遮光膜332の開口332aを示す平面図である。

【図5】有効画素部310BのブロックCにおける遮光膜332の開口332aを示す断面図である。

【図6】有効画素部310BのブロックCにおける輝度情報を示す説明図である。

【図7】第3の実施の形態の固体撮像素子の有効画素部310BのブロックCにおける遮光膜334の開口334bを示す平面図(a)、断面図(b)、および、ブロックCにおける輝度情報を示す説明図(c)、(d)である。

【図8】第4の実施の形態の固体撮像素子(CCD)400の平面図である。

【図9】有効画素部410BのブロックCにおけるマイクロレンズ460、460…の位置を示す平面図である。

【図10】有効画素部410BのブロックCにおけるマイクロレンズ460、460…の位置を示す断面図である。

【図11】有効画素部410BのブロックCにおける輝度情報を示す説明図である。

【図12】第5の実施の形態の固体撮像素子(CCD)

500の有効画素部510BのブロックCにおけるマイクロレンズ560、560…の位置を示す平面図である。

【図13】有効画素部510BのブロックCにおけるマイクロレンズ560、560…の位置を示す断面図である。

【図14】有効画素部410BのブロックCにおける輝度情報を示す説明図である。

【図15】各色フィルタ毎にシェーディング補正値を求める場合のマイクロレンズ460、460…の位置を示す断面図である。

【図16】第6の実施の形態の固体撮像素子(CCD)600の平面図である。

【図17】第6の実施の形態の電子カメラの制御部700Dを示すブロック図である。

【図18】CCD(固体撮像素子)100が搭載された一眼レフデジタルカメラ800の全体構造を示す図である。

【図19】電子カメラ本体側で行われる画像処理を示す補正フローである。

【図20】従来のCCD(固体撮像素子)10の平面図である。

【図21】従来のCCD(固体撮像素子)10におけるシェーディングを示す断面図である。

【図22】従来のCCD(固体撮像素子)10におけるシェーディングを示す断面図である。

【図23】従来のCCD(固体撮像素子)10の平面図である。

【符号の説明】

100、300、400、500、600 固体撮像素子

110、310、410、510、610 受光領域

110A、310A、410A、510A、610A

実効画素部

110B、310B、410B、510B、610B

有効画素部

120、320、420、520、620 画素

130、330、430、530、630 画素(光検出部)

200D、700D 制御部

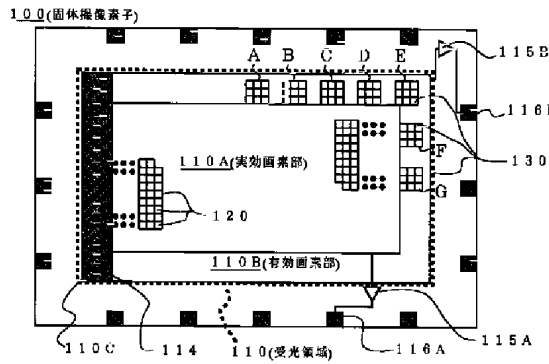
332、334 遮光膜

332a、334a 開口

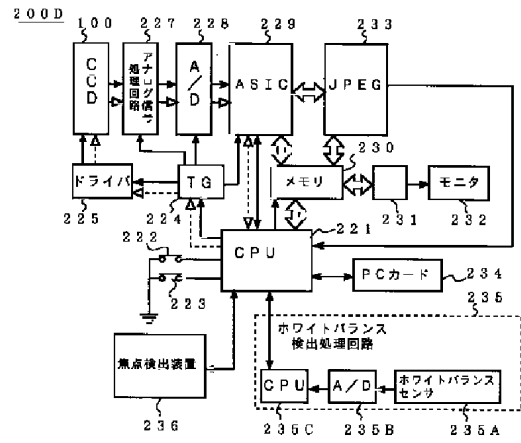
450、460、550、560 マイクロレンズ

660 光センサ(光検出部)

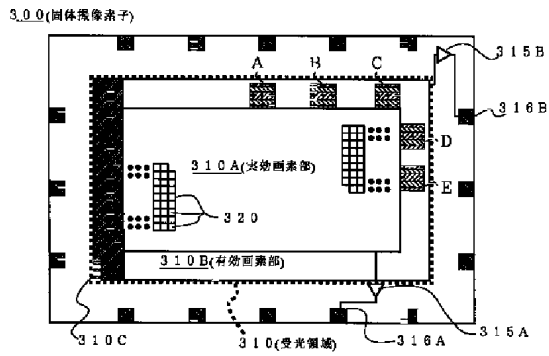
【図1】



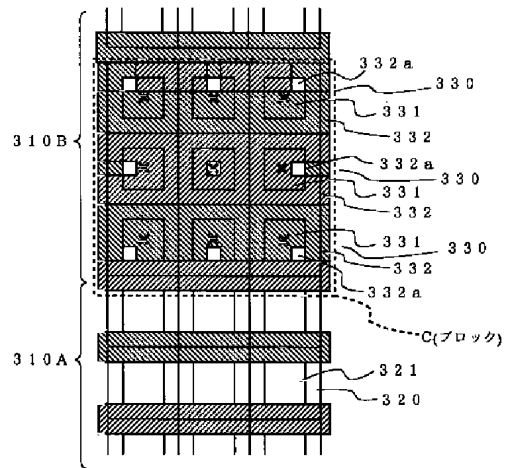
【図2】



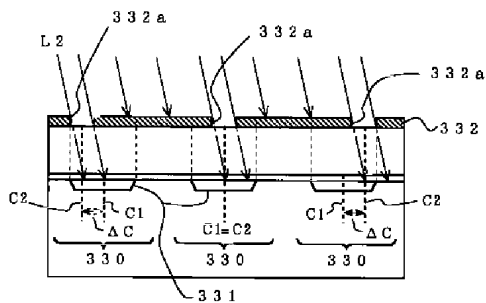
【図3】



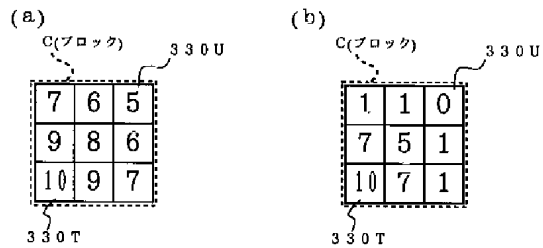
【図4】



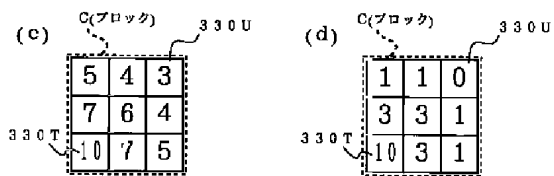
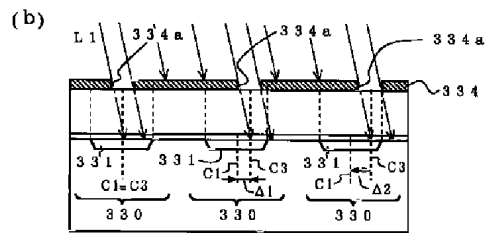
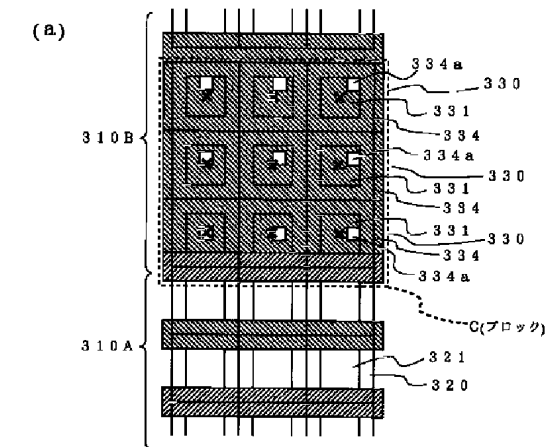
【図5】



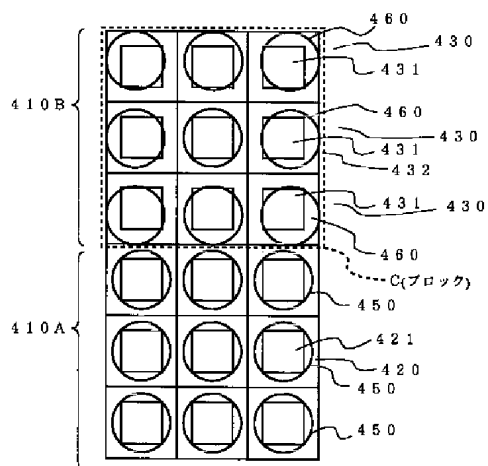
【図6】



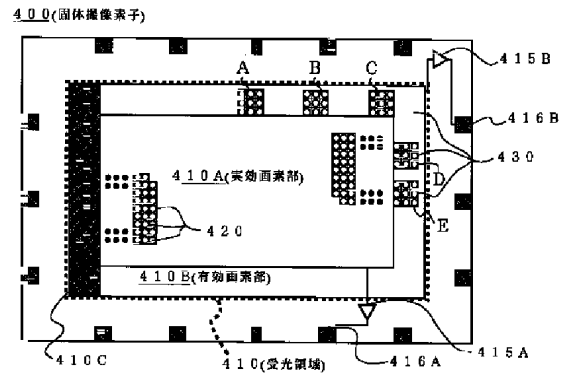
【図7】



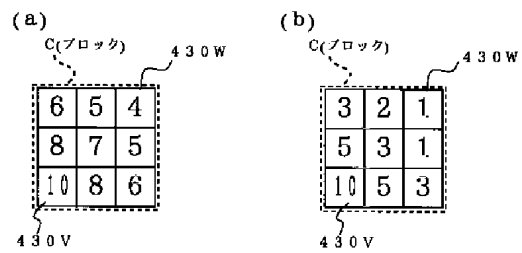
【図9】



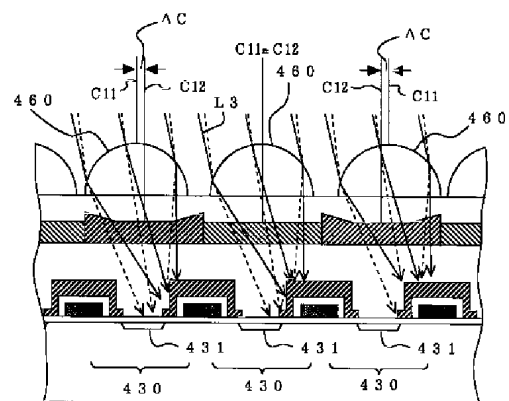
【図8】



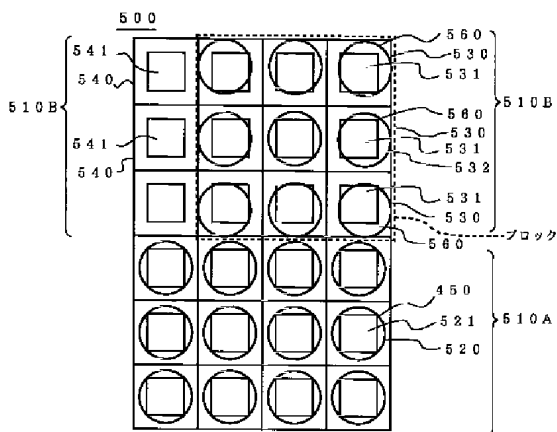
【図11】



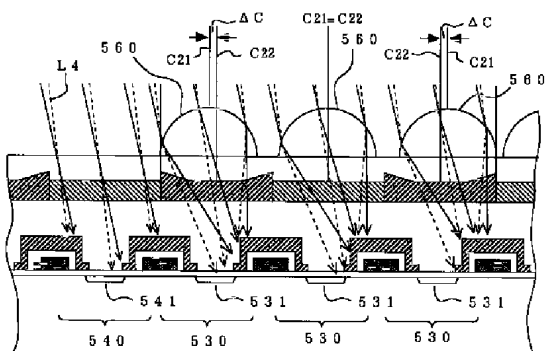
【図10】



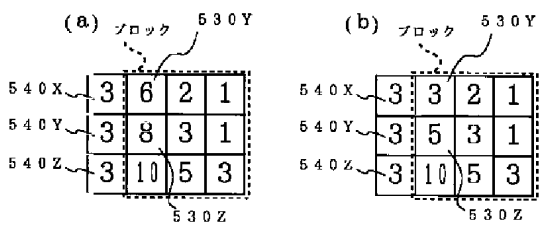
【例 12】



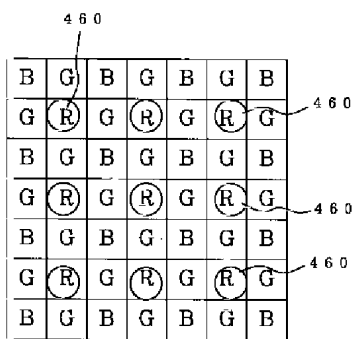
【例 13】



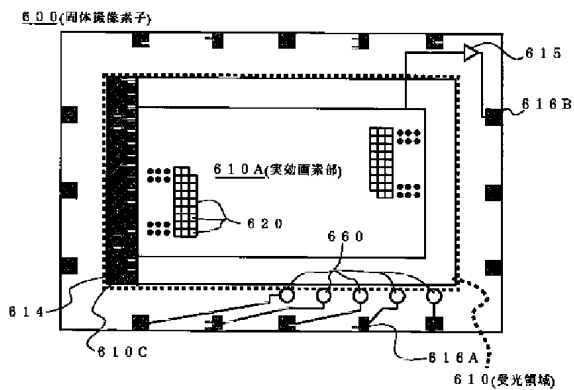
【例 14】



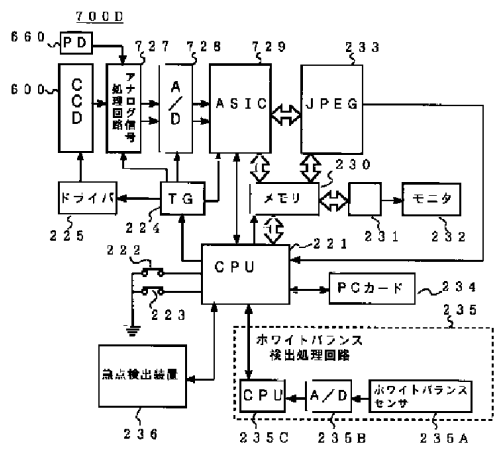
【例 15】



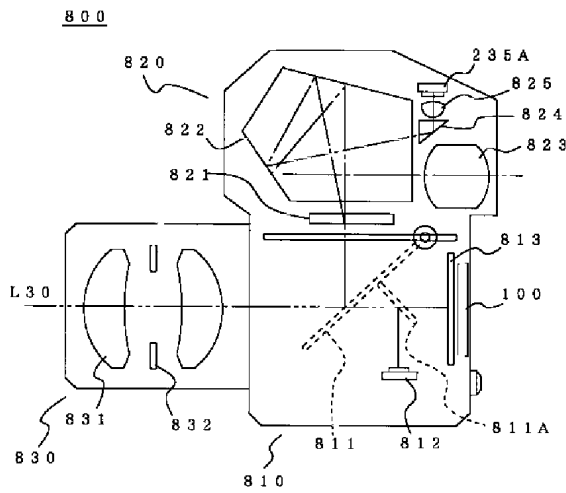
【例 16】



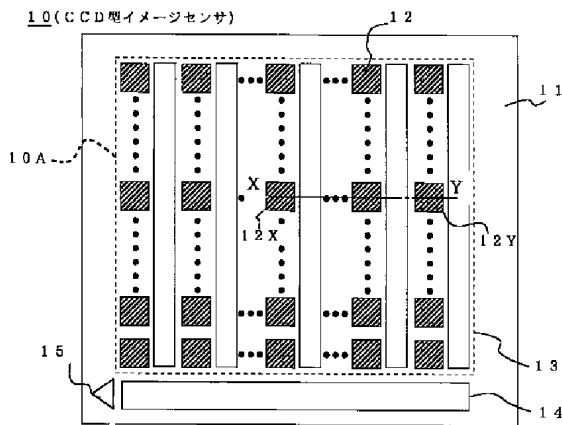
【例 17】



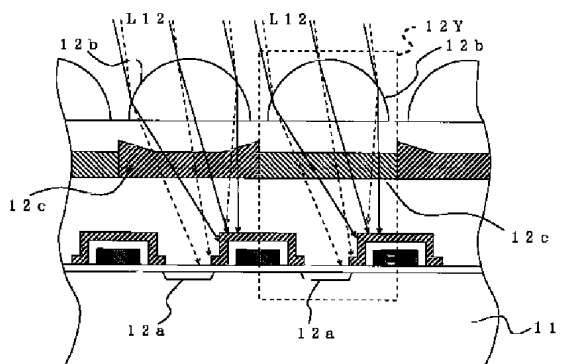
【図18】



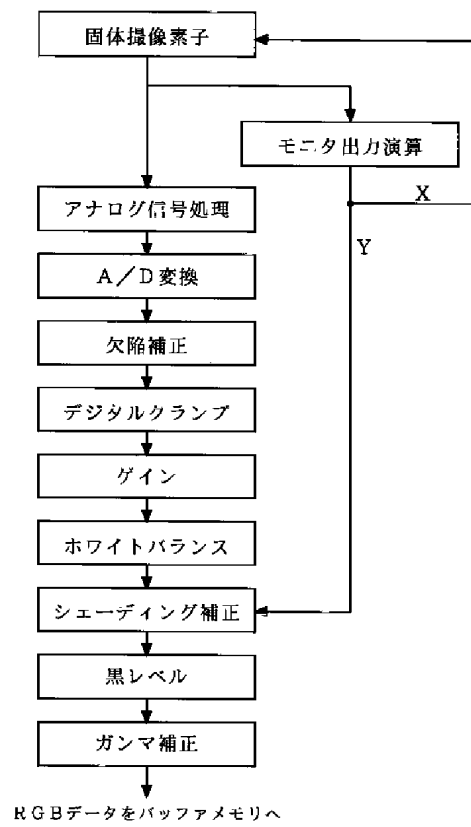
【図20】



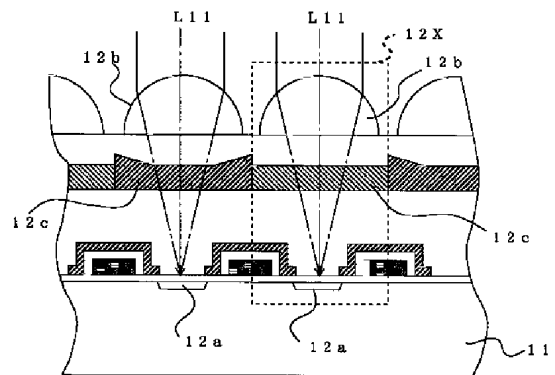
【図22】



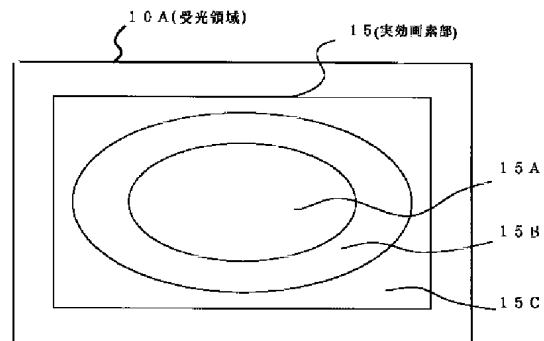
【図19】



【図21】



【図23】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4M118 AA05 AA06 AB01 BA10 CA02
FA01 FA06 GB03 GC08 GD02
GD04 GD07 GD20
5C024 CX35 CY17 EX12 EX43 EX52
GX03 GY01 GY31 HX14 HX23
HX51
5C065 AA01 BB06 CC01 DD02 EE03
EE11 EE20 GG13 GG18